

**INSTALASI SISTEM TRAFU PEMAKAIAN SENDIRI DI GARDU
INDUK 150 KV JAJAR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD HOLIK OKDIANSYAH

D 400 090 055

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**INSTALASI SISTEM TRAFU PEMAKAIAN SENDIRI
DI GARDU INDUK 150 KV JAJAR**

PUBLIKASI ILMIAH

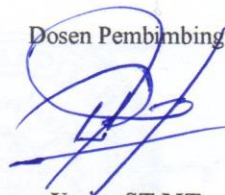
oleh:

MUHAMMAD HOLIK OKDIANSYAH

D 400 090 055

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar, ST.MT

NIK.731

HALAMAN PENGESAHAN

**INSTALASI SISTEM TRAFU PEMAKAIAN SENDIRI
DI GARDU INDUK 150 KV JAJAR**

OLEH

MUHAMMAD HOLIK OKDIANSYAH

D 400 090 055

**Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 14/12/2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1.Umar, ST.MT

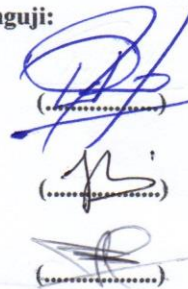
(Ketua Dewan Penguji)

2.Hasyim Asy'ari, ST.MT

(Anggota I Dewan Penguji)

3.Agus Supardi, ST.MT

(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT.PhD

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Desember 2017

Penulis



MUHAMMAD HOLIK OKDIANSYAH

D 400 090 055

INSTALASI SISTEM TRAF0 PEMAKAIAN SENDIRI DI GARDU INDUK 150 KV JAJAR

Abstrak

Trafo Pemakaian sendiri di Gardu Induk 150 KV Jajar berfungsi untuk memenuhi kebutuhan Tenaga Listrik peralatan bantu, pada umumnya dibutuhkan untuk memasok daya listrik AC dan DC ke peralatan di Gardu Induk yang merupakan bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung bagi, transformator, dan peralatan pengaman serta peralatan kontrol. Gardu induk berfungsi untuk mengatur aliran daya listrik dari saluran transmisi yang satu ke saluran transmisi yang lain, mendistribusikannya ke konsumen, sebagai tempat untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi, dan sebagai tempat kontrol dan pengaman operasi sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah dengan metode studi literature, observasi dan interview. Kapasitas yang digunakan trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*), yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistem dan kebutuhan maksimum seluruh sistem. Sistem Trafo Pemakaian Sendiri, dalam fungsinya juga memerlukan Rangkaian Pemakaian Sendiri dan Pasokan Trafo Pemakaian Sendiri sebagai sumber tenaga pasokan listrik tambahan yang ada di Gardu Induk 150 KV Jajar. Pasokan listrik tambahan di Gardu Induk baik berupa sumber AC dan DC memerlukan peralatan instalasi berupa Peralatan Switch Gear Tegangan Rendah, Standar Pengoperasian dan Trafo Pemakaian Sendiri yang diperlukan untuk mensuplai sumber AC dan DC. Pengoperasian Trafo Pemakaian sendiri di Gardu Induk umumnya dipasok dari Trafo Distribusi 150/20 kV atau 70/ 20 kV. Trafo Pemasangan Sendiri perlu diperhatikan dalam Lokasi pemasangan, Batasan Operasi, Sistem Pengaturan Tegangan, Sistem Pengaturan Beban kemudian Sistem Pendingin yang digunakan.

Kata Kunci : Trafo Pemakaian sendiri, faktor diversitas , Instalasi Trafo Pemakaian Sendiri.

Abstract

Transformers Own use in the substation of 150 KV Jajar serves to meet the needs of Power auxiliary equipment, it is generally necessary to supply AC and DC power to the equipment at the Substation which is part of a centralized power system containing a transmission and distribution lines, connecting equipment for transformers, and safety equipment and control equipment. Substation serves to regulate the flow of electrical power from one transmission line to another transmission line, distributing it to the consumer, as a place to lower the transmission voltage into the distribution voltage, and as a place of control and safety of system operation. Method used in research is by method literature study, observation and interview. The capacity used by the transformer itself is determined by considering the diversity factor, ie the ratio between the maximum demand (*demand*) of each system part and the maximum requirement of the entire system. In the Self Use Trafo System, in its function also requires a series of Own Use and Supply Self Use Transformer as a source of additional power supply power in the substation of 150 KV Jajar. Additional power supply in the Substation of both AC and DC sources requires installation equipment in the form of Low Voltage Switch Gear Equipment, Standards of Operation and Own Own Transformer required to supply AC and DC source. Operation of the Transformer Self-use at the Main Stations is generally supplied from the Distribution Trainer 150/20 kV or 70/20 kV. Self Installation Transformer should be considered in the Installation Location, Operation Limitations, Voltage Adjustment System, Load Adjustment System and Cooling System used.

Keywords: *Transformers Own use, diversity factor, Installation of Own Transformer.*

1. PENDAHULUAN

Pemenuhan efisiensi kebutuhan dalam sistem tenaga listrik untuk pemakaian sendiri di Gardu Induk PT. PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali (P3JB) Region Jawa Tengah UPT Surakarta GI Transmisi 150 KV Jajar yang berada di Jl. Prof. Dr. Soeharso No. 53 Surakarta sangat penting. Sistem pemakaian sendiri di Gardu Induk berfungsi untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik peralatan bantu, pada umumnya dibutuhkan untuk memasok daya listrik ke peralatan di Gardu Induk seperti pengisi baterai (*charger*), motor kipas pendingin, motor mekanik pms, dll. Trafo Pemakaian Sendiri (PS) merupakan trafo *step down* (penurun tegangan) yaitu dari tegangan menengah (20.000Volt) menjadi tegangan rendah (380Volt). Trafo ini disebut trafo PS karena fungsinya yaitu untuk suplay keperluan Gardu Induk itu sendiri. Mukhammad Rif'at Za'im (2014) Gardu Induk adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung bagi, *transformator*, dan peralatan pengaman serta peralatan kontrol. Gardu induk berfungsi untuk mengatur aliran daya listrik dari saluran transmisi yang satu ke saluran transmisi yang lain, mendistribusikannya ke konsumen, sebagai tempat untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi, dan sebagai tempat kontrol dan pengaman operasi sistem.

Gardu Induk memiliki alat/komponen listrik untuk menyalurkan daya yang berupa transformator daya yang berfungsi untuk mentransformasikan daya listrik, dengan merubah besarnya tegangan sedangkan frekuensinya tetap. Jagra Bagus Haryanto (2011) PLN sebagai Perusahaan Listrik Negara berusaha untuk menyuplai energi listrik yang ada dengan seoptimal mungkin seiring dengan semakin meningkatnya konsumen energi listrik. Agar dapat memanfaatkan energi listrik yang ada serta menjaga kualitas sistem penyaluran dan kerusakan peralatan, maka diperlukan suatu sistem pengaman dan sistem pemeliharaan instalasi gardu induk. Dalam suatu gardu induk terdapat suatu peralatan yaitu transformator arus yang berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi atau menengah menjadi arus kecil pada tegangan rendah yang dipakai untuk pengukuran dan proteksi dan mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer serta memungkinkan standarisasi rating arus untuk peralatan sisi sekunder.

Mohamad Fikri Ibrahim (2016) Transformator merupakan salah satu peralatan tegangan yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dan menurunkan tegangan keluaran pada sistem pendistribusian energi listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, maka peralatan yang digunakan adalah transformator yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu: *Transformator Step-Up* yang dapat menaikkan tegangan dan *Transformator Step-Down* untuk menurunkan tegangan.

Pengoperasian suatu Gardu Induk yang memerlukan fasilitas pendukung yaitu sumber tegangan rendah AC 380 Volt yang diperlukan untuk sistem Kontrol, Proteksi, maupun untuk sistem

mekanik penggerak peralatan Gardu Induk. di Gardu – gardu Induk 150 kV sumber AC dan DC dipasok dari trafo pemakaian sendiri (PS) sedangkan pada GITET 500 KV, selain Trafo PS dilengkapi juga dengan Generator Set yang diperlukan untuk keadaan darurat atau pada saat trafo pemakaian sendiri (PS) mengalami gangguan atau sedang dipelihara. Selain sumber AC, di Gardu Induk juga diperlukan sumber arus searah (DC). Sumber tenaga untuk kontrol selalu harus mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi. Karena persyaratan inilah dipakai Batere sebagai sumber arus searah. Pada saat ini Gardu Induk Jajar memiliki tiga buah trafo tenaga dengan kapasitas masing-masing 60 MVA (merk XIAN buatan Cina), 60 MVA (merk PASTI), dan trafo 16 MVA (merk UNION). Selain itu untuk memenuhi kebutuhan sendiri, ketiga trafo tersebut termasuk trafo step down yang berfungsi menurunkan tegangan 150 KV menjadi 20 KV, kemudian dari tegangan menengah (20 KV) ini disalurkan ke pusat-pusat pemakaian beban. Gardu Induk Jajar mempunyai trafo pemakaian sendiri dengan kapasitas trafo I 100 kVA (merk UNION) dan 150 kVA (merk MITSUBISHI).

Kapasitas yang digunakan trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*), yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistem dan kebutuhan maksimum seluruh sistem. Cahyo Prihananto, M. Isnaeni B.S., Yusuf Susilo Wijoyo (2014) Beban (*demand*) dapat diartikan sebagai besar pembebanan sesaat pada gardu di waktu tertentu atau besar beban rata-rata untuk suatu interval waktu tertentu. Interval waktu dimana besarnya beban ingin ditentukan disebut Interval Beban. beban dapat dinyatakan dalam kW, kVA atau kVAR.

Sistem Trafo Pemakaian Sendiri, dalam fungsinya juga memerlukan Rangkaian Pemakaian Sendiri dan Pasokan Trafo PS (Pemakaian Sendiri) sebagai sumber tenaga pasokan listrik tambahan yang ada di GI 150 KV Jajar. Pasokan listrik tambahan di GI baik berupa sumber AC dan DC memerlukan peralatan instalasi berupa Peralatan Switch Gear Tegangan Rendah, Standar Pengoperasian dan Trafo Pemakaian Sendiri (PS) yang diperlukan untuk mensuplai sumber AC dan DC. Untuk Trafo Pemasangan Sendiri (PS) perlu diperhatikan dalam Lokasi pemasangan, Batasan Operasi, Sistem Pengaturan Tegangan, Sistem Pengaturan Beban kemudian Sistem Pendingin yang digunakan.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir yaitu bagaimana sistem trafo pemakaian sendiri di gardu induk 150 KV jajar bekerja dan instalasinya ?

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar masalah yang akan dibahas menjadi jelas dan tidak banyak menyimpang dari topik yang akan dibahas, maka dalam penulisan tugas akhir ini penulis

menekankan, bahwa hal yang akan dibahas adalah instalasi sistem trafo pemakaian sendiri di gardu induk 150 KV jajar serta cara kerjanya.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui cara kerja sistem trafo pemakaian sendiri di gardu induk 150 KV jajar dan instalasinya.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan tugas akhir ini adalah

1. Menambah pengetahuan dibidang elektro tentang trafo pemakaian sendiri di gardu induk 150 KV jajar.
2. Peneliti dapat mengetahui sistem kerja trafo pemakaian sendiri di gardu induk 150 KV jajar serta instalasinya.

2. METODE

Trafo Pemakaian sendiri di Gardu Induk 150 KV Jajar berfungsi untuk memenuhi kebutuhan Tenaga Listrik peralatan bantu, pada umumnya dibutuhkan untuk memasok daya listrik AC dan DC ke peralatan di Gardu Induk.

2.1 Studi Literatur

Merupakan pengambilan data dari sumber informasi referensi berupa buku-buku atau gambar. Referensi tersebut dapat diperoleh dari inventaris di bagian Diklat Perpustakaan dan Unit Perawatan Listrik.

2.2 Metode Observasi

Observasi yaitu melihat secara langsung dan mengamati kondisi peralatan serta mempelajari sistem kerja sistem trafo pemakaian dan instalasinya di GI 150 KV Jajar.

2.3 Metode Interview

Kegiatan ini dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab yang berhubungan secara langsung dengan objek laporan skripsi di perusahaan, baik dari Asisten Manajer, Supervisor, dan Teknisi-teknisi maupun pihak - pihak yang berkaitan secara langsung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang di dapat dari GI 150 KV Jajar dan penjelasan sistem kerja trafo pemakaian sendiri di GI 150 KV Jajar serta instalasinya.

3.1. Fungsi Pemakaian Sendiri

3.1.1. Fungsi

Pemakaian sendiri di Gardu Induk berfungsi untuk memenuhi kebutuhan Tenaga Listrik peralatan bantu, pada umumnya dibutuhkan untuk memasok daya listrik ke peralatan di Gardu Induk antara lain :

1. Pengisi Batere (*Charger*)
2. Motor Kipas Pendingin
3. Motor Sirkulasi minyak
4. Motor OLTC
5. Motor Mekanik Pms
6. Penerangan Gedung
7. Penerangan Panel kontrol
8. Pemanas (*Heater*)
9. Dll

Selain sumber AC, di Gardu Induk juga diperlukan sumber arus searah (DC). Sumber tenaga untuk kontrol selalu harus mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi. Karena persyaratan inilah dipakai Batere sebagai sumber arus searah.

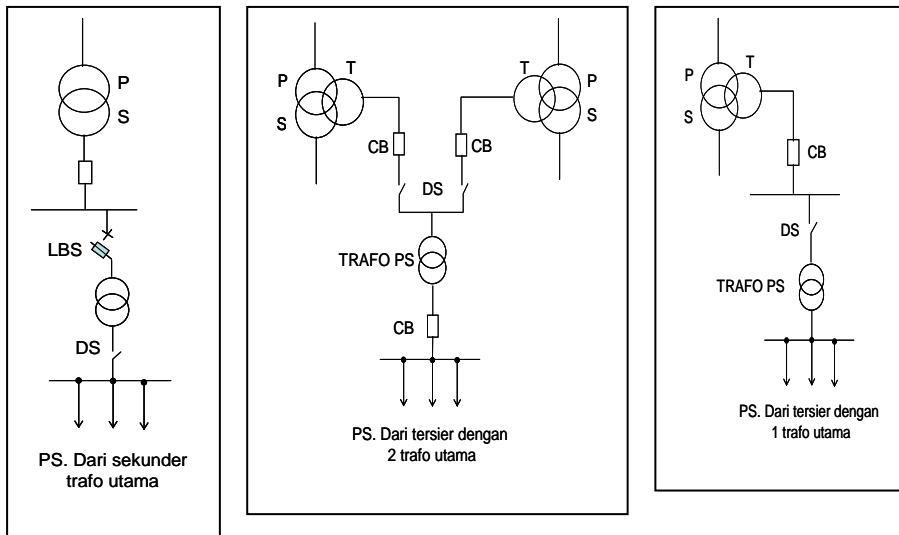
3.1.2. Rangkaian Pemakaian Sendiri

Kapasitas dari trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*), yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistim dan kebutuhan maksimum seluruh sistem.

Beban gardu dibagi menjadi beban kontinu dan beban terputus-putus. Biasanya tenaga listrik diambilkan dari sisi sekunder atau tersier dari trafo utama atau pada Gardu Induk yang tidak mempunyai trafo untuk distribusi kadang kadang diambilkan dari sisi sekunder dari trafo pengetanahan netral (*Earthing Transformer*).

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam susunan rangkaian pemakaian sendiri adalah sebagai berikut :

1. Bila tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi tersier dari trafo utama dalam GI yang hanya mempunyai satu trafo utama, harus diusahakan agar dapat diterima tenaga dari jaringan distribusi dari sistim lain (sumber lain).
2. Trafo pemakaian sendiri harus terdiri dari 3 unit satu-fasa, sehingga dalam keadaan gangguan pada sebuah trafo, kedua trafo lainnya dapat bekerja terus dengan hubungan – V delta terbuka.
3. Jika dipakai unit 3 – fasa untuk trafo pemakaian sendiri, harus dipakai lebih dari 2 buah trafo dan kapasitasnya harus cukup besar untuk dapat menyediakan tenaga dengan normal sekalipun ada gangguan pada sebuah *transformator*.
4. Bila pengasut (*starting transformer*) untuk kondensator sinkron dihubungkan pada sisi sekunder dari trafo utama, perlu diatur agar trafo pengasut itu dapat dipakai sebagai cadangan untuk trafo pemakaian sendiri.



Gambar.1. rangkaian *transformator* pemakaian sendiri

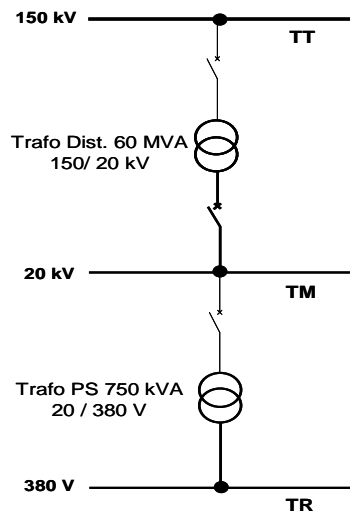
Jika tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi tersier dari trafo utama, maka sisi primer dari trafo pemakaian sendiri biasanya hanya dilengkapi dengan pemisah, dan pemutus beban pada sisi tersier dari trafo utama dapat dipakai untuk trafo pemakaian sendiri.

Jika tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi sekunder dari trafo utama, maka untuk ini perlu dipakai pemutus beban atau pengaman lumer (*power fuse*). trafo pemakaian sendiri yang menurunkan tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan motor, dipakai pengaman lumer atau pemutus tanpa pengaman lumer (*no-fuse breaker*) pada sisi primer dan sisi sekunder.

Dalam menentukan letak trafo pemakaian sendiri harus diperhatikan juga kemungkinan perluasan yang akan datang.

3.1.3. Pasokan Trafo PS

Pasokan catu daya untuk kebutuhan pemakaian sendiri diperoleh dari 1 (satu) sumber, dimana sisi primer 20 kV dipasok dari Trafo melalui Rel 1. Jumlah Trafo PS terpasang akan sangat tergantung dari desain awal pada Gardu Induk tersebut, misalnya terpasang satu atau dua trafo PS. Pertimbangan terpasang dua Trafo PS adalah untuk lebih meningkatkan keandalan, artinya bila salah satu Trafo Distribusi terganggu maka dapat memindahkan pasokan dari trafo yang operasi. dapat dilihat pada gambar 2.

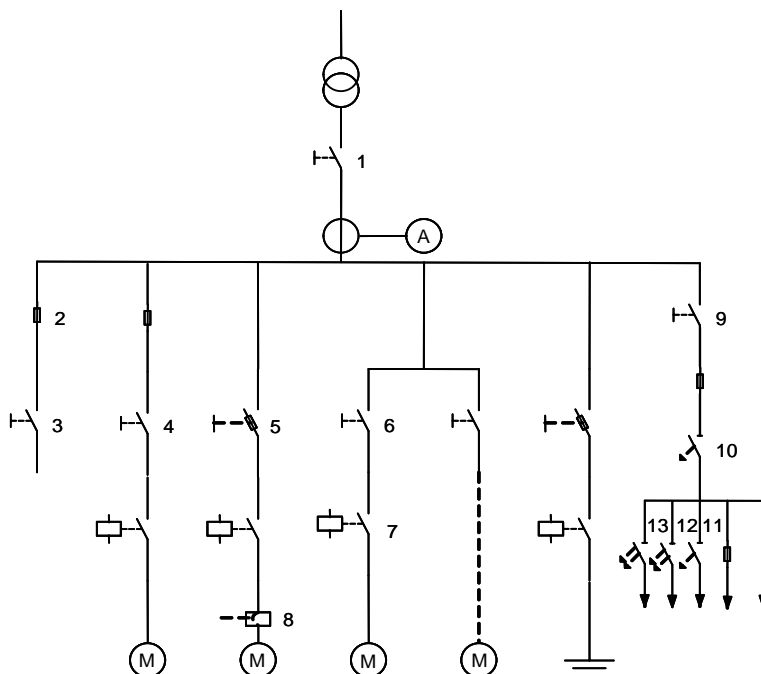


Gambar.2 Diagram Satu garis Instalasi Trafo Pemakaian sendiri

3.2. Instalasi Sistem Pemakaian Sendiri Gardu Induk

3.2.1. Peralatan Switch Gear Tegangan Rendah

Umumnya jenis peralatan yang terpasang pada Instalasi *Switch Gear* Tegangan Rendah dari setiap Gardu Induk berbeda dan akan sangat tergantung pada merk dan Desain, misalnya merk ABB dalam pemilihan peralatan terpasang dan standar untuk *Switch Gear* tegangan rendah dapat dilihat pada gambar 3.

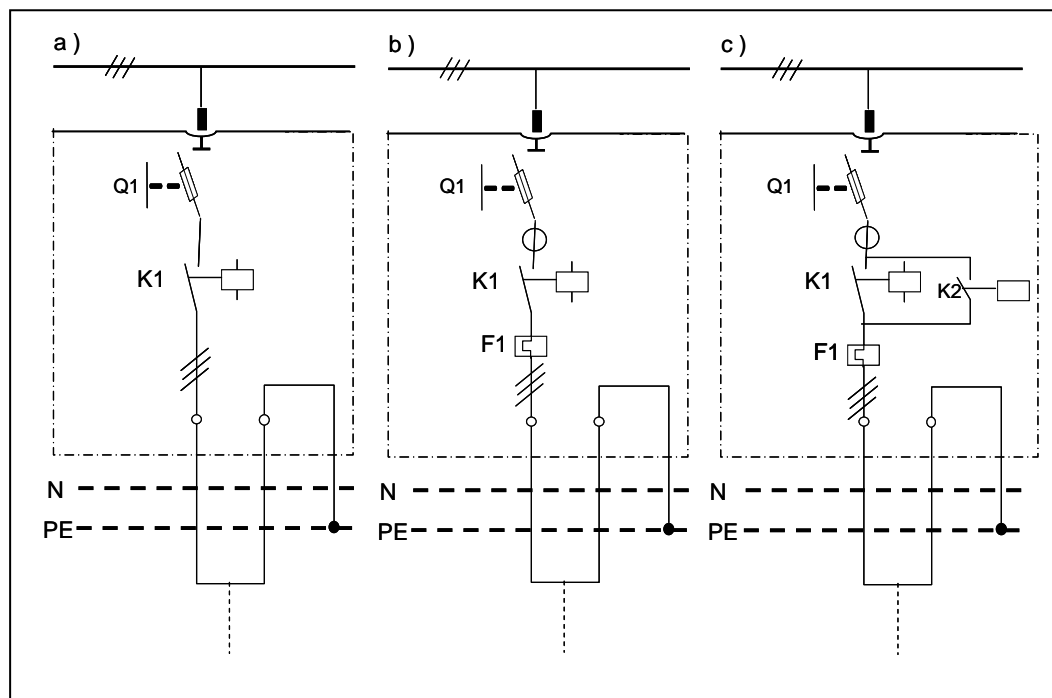


Gambar.3. Peralatan untuk *Switchgear* Tegangan rendah.

Keterangan Gambar :

1. *Circuit Breaker*
2. *Fuse*
3. *Disconnector*
4. *Load Break Switch*
5. *Fused switch-disconnector*
6. *Motor Starter (motor protection switch)*
7. *Contactor*
8. *Overload relay*
9. *Switch disconnector with fuses*
10. *Residual current circuit breaker (RCCB)*
11. *Miniatur Circuit Breaker (MCB)*
12. *Residual current circuit-breaker with overcurrent trip*
13. *RCD operated miniatur circuit breaker.*

Pengertian *Switchgear* Secara Luas dalam sistem tenaga listrik adalah komponen-komponen hubung/ pemutus dan pendukung-pendukungnya dalam satu kesatuan (*unit*) terintegrasi, sehingga dapat difungsikan sebagai penghubung, pemutus, dan pelindung terhadap dua sisi rangkaian tersebut.



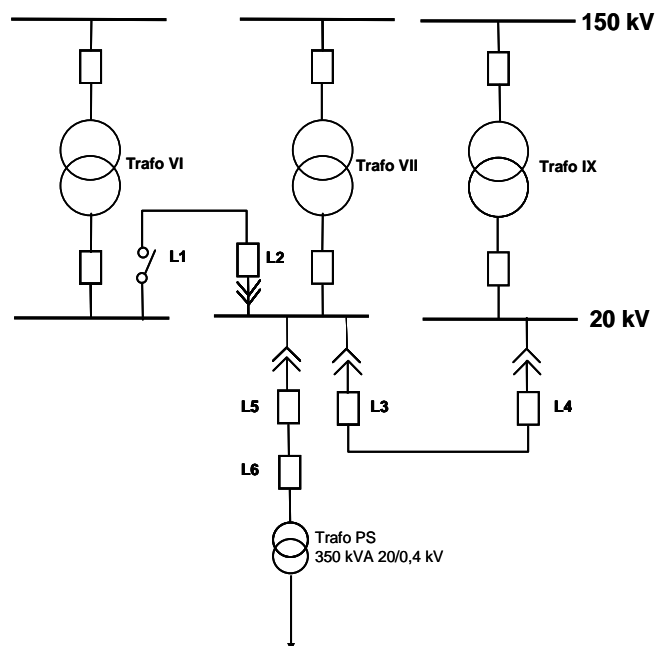
Gambar.4. Diagram Sirkuit Standar Pemasangan dengan Fuse dan Switch disconnector.

Keterangan : a) Tanpa Proteksi Panas b) Dengan Proteksi panas, satu arah
c) Dengan Pembalikan arah

3.2.2. Pengoperasian

Trafo Pemakaian sendiri di Gardu Induk umumnya dipasang dari Trafo Distribusi 150/20 kV atau 70/20 kV, tetapi pada Instalasi Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi ada juga yang dipasang dari Trafo pentanahan (*Earthing Transformer*) sesuai S.O.P yang telah ditentukan.

Tegangan 20 kV (TM) dialirkan melalui kabel dari Switch Gear 20 kV ke Trafo PS dan tegangan keluaran sisi sekunder (TR) adalah 380 V dialirkan melalui kabel ke Panel Distribusi AC. Bila Tegangan sekunder rendah maka perlu menaikkan tegangan dengan cara menaikkan Tap pada Trafo, pemindahan Tap dapat dilakukan dalam keadaan trafo bebas tegangan (tidak operasi).



Gambar.5. Diagram Satu Garis Trafo PS

S.O.P Trafo PS :

1. Normal Operasi Trafo PS di pasok dari Trafo VII (L1,L2,L3,L4 Keluar L5, L6 Masuk)
2. Kondisi Abnormal, maka dipasok dari Trafo IX (L1,L2 Keluar, L3,L4,L5,L6 Masuk)
3. Kondisi Abnormal, maka dipasok dari Trafo VI (L1,L2 Masuk, L3,L4 Keluar dan L5,L6 Masuk)

Keterangan :

L1 : Pms Interface

L2 : Pms Bus Coupler

L3 : Pmt Kopel Trafo VII

L4 : Pmt Kopel Trafo IX

L5 : LBS MG Sel 20 kV

L6 : LBS MG Sel 20 kV Konvensional

3.2.3. Peralatan Instalasi Trafo PS

Peralatan instalasi sistem pemakaian sendiri umumnya terdiri dari *Load Breaker Switch* (saklar pemutus beban), *Trafo PS*, *No Fuse Breaker* (NFB) dan Lemari Panel Distribusi AC.



Load Breaker Switch



Trafo Pemakaian Sendiri



No Fuse Breaker



Panel Dist AC

Gambar.6. Peralatan Instalasi Trafo PS

3.3. Trafo Pemakaian Sendiri

3.3.1. Lokasi Pemasangan

Pemasangan Trafo pemakaian sendiri tergantung dari desain Gardu Induk pada awal pembangunan antara lain pasangan dalam gedung kontrol (*Indoor*) dan pasangan luar gedung kontrol (*Outdoor*). Bila terpasang didalam ruangan maka sirkulasi udara pada ruangan harus baik dan dipasang exhaust fan, bila terpasang diluar gedung maka harus aman dan terlindung dari benda-benda atau binatang yang dapat menyebabkan gangguan.

3.3.2. Batasan Operasi

Tegangan input di sisi primer hendaknya disesuaikan dengan spesifikasi teknis dari pabrik pembuatnya dan tegangan output disisi sekunder disesuaikan dengan karakteristik beban.

Besarnya Kapasitas daya terpasang (kVA) Trafo pemakaian sendiri biasanya diperhitungkan dengan besarnya beban dan melihat perkembangan atau perluasan pada gardu induk tersebut. Umumnya Kapasitas Trafo Pemakaian Sendiri adalah 200 - 800 kVA.

3.3.3. Sistem Pengaturan Tegangan

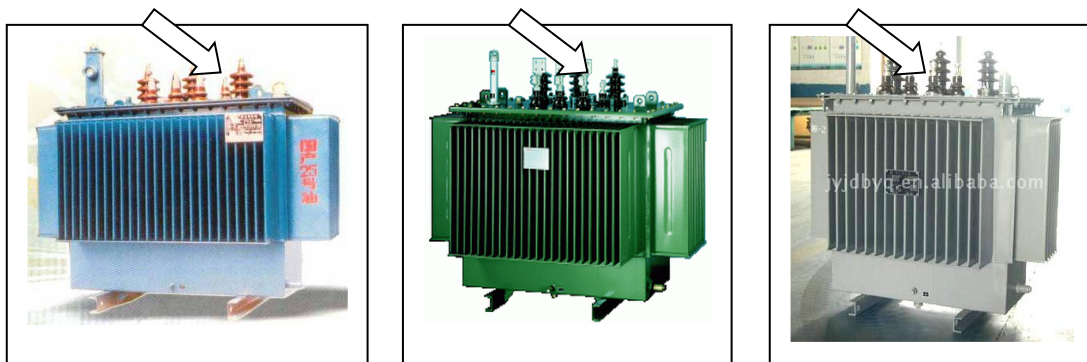
Pengaturan tegangan diatur sesuai dengan tegangan kerja peralatan. Cara menurunkan dan menaikkan tegangan pada Trafo pemakaian sendiri biasanya dengan merubah *Tap* (*Off-Load Tap Changer*) kondisi dimana keadaan trafo tanpa beban. Tap changer yang hanya bisa beroperasi untuk memindahkan tap transformator dalam keadaan *transformator* tidak berbeban dan hanya dapat dioperasikan manual.

3.3.4. Sistem Pengaturan Beban

Kapasitas dari trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*) yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistim dan kebutuhan maksimum seluruh sistim. Dalam hal ini beban gardu dibagi menjadi beban kontinu dan beban terputus-putus.

3.3.5. Sistem Pendingin

Jika kumparan dialiri arus listrik, maka pada inti besi dan kumparan transformator akan timbul panas akibat adanya rugi-rugi besi dan tembaga. Untuk mengurangi panas sebagai akibat kenaikan suhu yang berlebihan, maka pada transformator perlu dilengkapi dengan sistem pendingin. Dalam hal ini sistem pendingin berfungsi untuk menyalurkan panas agar keluar/ terbangun dari transformator. Metoda pengaliran media pendingin pada Trafo Pemakaian sendiri adalah media pendingin minyak dan udara (ONAN), sebagai media pemindah panas dilengkapi dengan sirip-sirip.



Gambar.7. Sirip-sirip Trafo Pemakaian sendiri

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem Trafo Pemakaian Sendiri, dalam fungsinya juga memerlukan Rangkaian Pemakaian Sendiri dan Pasokan Trafo PS (Pemakaian Sendiri) sebagai sumber tenaga pasokan listrik tambahan yang ada di GI 150 KV Jajar.
2. Jumlah pasokan catu daya untuk kebutuhan pemakaian sendiri diperoleh dari 1 (satu) sumber, pada sisi primer 20 KV. Jumlah Trafo PS terpasang akan sangat tergantung dari desain awal pada Gardu Induk tersebut, misalnya terpasang satu atau dua trafo PS. Pertimbangan terpasang dua Trafo PS adalah untuk lebih meningkatkan keandalan, artinya bila salah satu Trafo Distribusi terganggu maka dapat memindahkan pasokan dari trafo yang operasi.
3. Instalasi Sistem Pemakaian Sendiri Gardu Induk Umumnya jenis peralatan yang terpasang pada Instalasi Switch Gear Tegangan Rendah dari setiap Gardu Induk berbeda dan akan sangat tergantung pada merk dan Desain.
4. Pengoperasian Trafo Pemakaian sendiri di Gardu Induk umumnya dipasok dari Trafo Distribusi 150/20 kV atau 70/ 20 kV, tetapi pada Instalasi Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi ada juga yang dipasok dari Trafo pentanahan (*Earthing Transformer*) sesuai S.O.P yang telah ditentukan.
5. Pemasangan Trafo Pemakaian Sendiri lokasi pemasangan tergantung dari desain Gardu Induk pada awal pembangunan antara lain pasangan dalam gedung kontrol (*Indoor*) dan pasangan luar gedung kontrol (*Outdoor*).
6. Besarnya Kapasitas daya terpasang (kVA) Trafo pemakaian sendiri biasanya diperhitungkan dengan besarnya beban dan melihat perkembangan atau perluasan pada gardu induk tersebut. Umumnya Kapasitas trafo pemakaian sendiri adalah 200 – 800 kVA. Pengaturan tegangan diatur sesuai dengan tegangan kerja peralatan. Kapasitas dari trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*) yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistim dan kebutuhan maksimum seluruh sistim. diperlukan sistem pendingin untuk mengurangi panas sebagai akibat kenaikan suhu yang berlebihan.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan puji dan syukur alhamdulillah kehadirat Allah Subhanawata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Taklupa pula salawat dan salam kepada junjungan nabi kita Muhammad Sallallahu alaihi wasallam yang telah membawa risalah islam ini sampai kepada penulis. Pada kesempatan ini juga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah berjasa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini diantaranya adalah :

1. Kepada kedua orang tua tercinta yang telah mendidik dan mengayomi penulis dan mendo'akan,memberikan nasehat dan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.
2. Kepada keluarga khususnya kakak tercinta yang telah mendukung dan banyak membantu penulis serta memberi semangat selama ini.
3. Kepada Bapak Umar ST,MT selaku pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Kepada teman-teman yang telah membantu penulis yang namanya tidak bisa disebut satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsip dan Dokumentasi PT. PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali (P3JB) region Jawa Tengah UPT Surakarta GI Transmisi 150 KV Jajar.http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wpcontent/uploads/2012/05/L2F009006_MKP.pdf ,Tanggal download : 4 Oktober 2012.
- Mukhammad Rif'at Za'im. 2014. Analisis Transformator Daya 3 Fasa 150 KV/ 20 KV Pada Gardu Induk Ungaran PLN Distribusi Semarang di akses dari <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduel/article/download/4249/3916> download 6 November 2017.
- Jagra Bagus Haryanto. 2011. Pemeliharaan Trafo Arus (CT) Pada Gardu Induk 150 KV PT. PLN (Persero) P3B JB Region Jawa Tengah Dan DIY di akses dari http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp-content/uploads/2012/05/L2F008134_MKP.pdf pada tanggal 6 November 2017.
- Cahyo Prihananto, M. Isnaeni B.S., Yusuf Susilo Wijoyo. 2014. Karakteristik Beban Listrik di Lingkungan Fakultas Teknik UGM Berbasis Data Rekaman Powerlogic PM710 dan PM810 Schneider di akses dari <http://ejpteti.jteti.ugm.ac.id/index.php/JPTETI/article/viewFile/14/12> pada tanggal 6 November 2017.
- Mohamad Fikri Ibrahim. 2016. Studi Aliran Daya Tiga Fasa Dengan Mempertimbangkan Transformator Distribusi Hubung Belitan Delta-delta Pada Penyulang Katu Gardu Induk Menggala di akses dari <http://digilib.unila.ac.id/23678/2/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf> pada tanggal 6 November 2017.
- http://www.scribd.com/document_downloads/direct/29223709?extension=pdf&ft=1349372585<=1349376195&uahk=axwXV4IFrUZ3XyfgRDB39cHBDcs .Tanggal_download : 5 Oktober 2012.
- <http://mtrpagi.blogspot.co.id/2012/09/pengetahuan-dasar-gardu-induk-20-kv.html> pada tanggal 6 November 2017.
- <https://www.pabriksawitcom.blogspot.co.id/2011/05/switchgear.html> pada tanggal 6 November 2017.
- <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2010/04/tap-changer-perubah-tap-pada.html> 6 November 2017.